

DIE WIRKUNG DES CCC AUF DIE IONENAUFNAHME UND DAS WACHSTUM JUNGER REISPFLANZEN

F. ZSOLDOS und MÁRIA FEHÉR

*Pflanzenphysiologisches und Mikrobiologisches Institut der József Attila Universität, Szeged
(Eingegangen am 28. April 1967)*

In den letzten Jahren sind zahlreiche Mitteilungen über das CCC (Chlorcholin—Chlorid) erschienen, welche Verbindung eine vollkommen entgegengesetzte Wirkung hat als das Gibberelin und deshalb auch „Anti-Gibberelin“ genannt wird (TOLBERT, 1960). Das CCC hemmt bekanntlich das Wachstum der Triebe und steigert dadurch deren Haltfestigkeit gegenüber dem Umknicken.

Es überrascht also nicht, wenn diese Frage, die praktisch hochwichtig und auch theoretisch interessant ist, Gegenstand eingehender Untersuchungen ist. Nach BARBIER und MAYR (1966) ist das CCC in Österreich bereits 1965 in der landwirtschaftlichen Praxis erfolgreich angewandt worden, aber auch aus Ungarn sind erfolgreiche Versuche bekannt (ADLER 1965, UBRIZSI und GYMESI 1965, LELLEY 1966).

Die Forscher, die sich mit dem Studium des Wirkungsmechanismus des CCC befassen, sind sich darüber einig, dass die Störung des Triebwachstums durch die starke Verkürzung des Internodiums bedingt ist (LINER und MAYR 1961, MAYR 1964, PRIMOST et al. 1964). Gleichzeitig ist eine Vergrößerung des Durchmessers der Internodien zu beobachten, während — interessanterweise — die Menge der in Stabilität eine wichtige Rolle einnehmenden sklerenchymatischen Elemente unverändert bleibt (MAYR und BAYZER 1965). Die Verkürzung der Triebe zeigt sich vor allem bei den Getreiden und innerhalb dieser beim Weizen am deutlichsten. Bei zahlreichen Pflanzen ist eine Wachstumsstörung überhaupt nicht beobachtet worden (JUNG und EL-FOULY 1966).

In der Literatur werden mit eingehender Gründlichkeit die agrotechnischen, morphologischen u.a. Fragen in Verbindung mit der CCC-Behandlung erörtert, während — unseres Wissens — Angaben über die ernährungsphysiologische Wirkung des CCC sozusagen absolut fehlen. Dabei dürften unseres Erachtens Untersuchungen dieser und ähnlicher Fragen — ausser dass sie die gründlichere Erkennung des Wirkungsmechanismus des Regulators fördern würden — auch in praktischer Hinsicht nützlich sein. Im Folgenden soll über die Ergebnisse unserer orientierenden experimentellen Untersuchungen berichtet werden, die wir bzgl. der vom CCC auf die Ionenaufnahme und das Wachstum von Reispflanzen entfalteten Wirkung verzeichnen konnten.

Material und Methodik

Zu den Untersuchungen wurden in Wasserkulturen gezogene junge Reispflanzen (*Oryza sativa* var. *japonica*) verwendet. In der künstlichen Nährlösung, deren Zusammensetzung bereits früher bekanntgegeben wurde (ZSOLDOS 1966), zeigten die Pflanzen bis zu 14–16 Tagen bei künstlicher Beleuchtung mit rund 5.000 Lux ein befriedigendes Gedeihen und schienen dann zur Durchführung der geplanten Versuche mit CCC geeignet. Der pH-Wert der Nährlösung betrug 5,5–6,0 und blieb während der Versuchsdauer konstant.

Die Versuche erfolgten parallel jedesmal (in 4 Wiederholungen) an je 50 unter den gleichen Verhältnissen entwickelten Reispflanzen unter Berücksichtigung der üblichen statistischen Regeln. Die Berechnungen (Varianz-Analysen) wurden im Kibernetischen Laboratorium der József A.—Universität mit der elektronischen Rechenmaschine M—3—M durchgeführt.

Das CCC — ein Präparat der Österreichischen Stickstoffwerke AG., Linz — wurde in verschiedenen Konzentrationen der Nährlösung zugesetzt. Die Pflanzen waren in der Regel 5 Tage lang der CCC-Wirkung ausgesetzt, und die Versuchsergebnisse spiegeln diesen Zustand wider. Die kurzfristigen Ionenaufnahme-Untersuchungen erfolgten mit Hilfe radioaktiver (P^{32} und Rb^{86}) Isotope an exzisierten Wurzeln. Zur Anfertigung der Zeitkurve wurden alle 10 Minuten Proben entnommen und zum Messen in Aluminiumschälchen gegeben. Nach erfolgter Bestimmung der Radioaktivität der Proben wurde die Menge der aufgenommenen Phosphat- bzw. Rubidiumionen berechnet; sie ist in $\mu\text{Mol/g}$ Trockengewicht angegeben. Die zu den kurzfristigen Ionenaufnahme-Untersuchungen hergestellte Nährlösung enthielt das fragliche Salz in einer Molarität von 10^{-4} und 5×10^{-4} .

Experimentelle Ergebnisse und Besprechung

1. Ionenaufnahme-Untersuchungen: In den kurzfristigen Versuchen wurde die Wirkung des CCC auf die Aufnahme von Phosphat- und Rubidiumionen studiert. Die Ergebnisse werden von Abbildungen 1 und 2 veranschaulicht — Es zeigt sich, dass die Aufnahme der verschiedenen Ionen (Anionen, Kationen) bei gleicher Konzentration in unterschiedlicher Weise beeinflusst wird. Während sich im Falle des Rb bei Behandlung mit 0,5%iger Lösung eine beträchtliche und mit 0,05%iger eine geringgradigere Hemmung bemerkbar macht, zeigt sich im Falle der Phosphationen — bei analogen Konzentrationen — keine Wirkung.

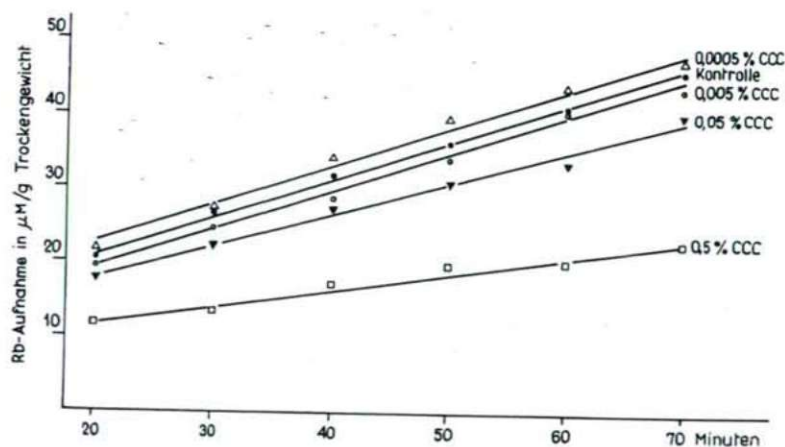


Abb. 1. Die Wirkung des CCC auf die Rb-Aufnahme von Reispflanzen.

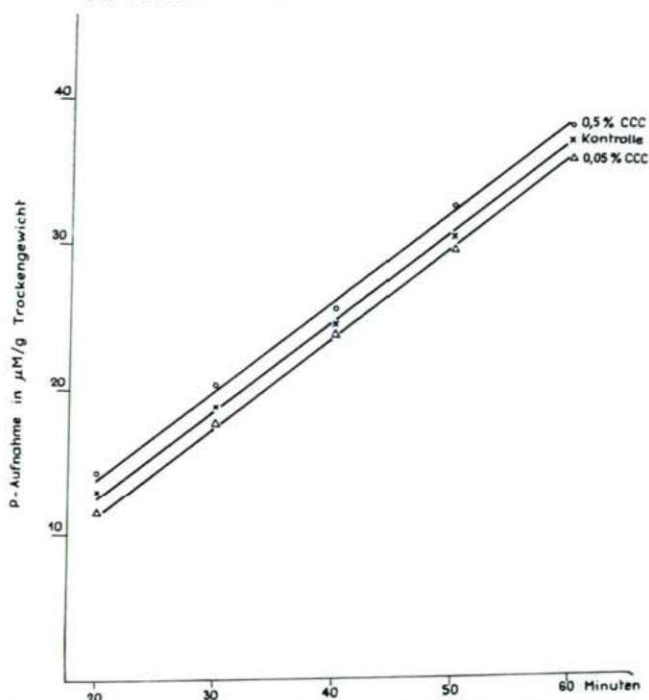


Abb. 2. Die Wirkung des CCC auf die P-Aufnahme von Reispflanzen.

Bei den sehr niedrigen CCC-Konzentrationen (0,0005%) ist eine — wenn auch geringgradige — Tendenz zur Steigerung der Rubidimaufnahme nachweisbar. Dies überrascht nicht, da ja bekanntlich die meisten Inhibitoren (Regulatoren) bei sehr niedrigen Konzentrationen stimulierend wirken können.

Die an exziierten Wurzeln erhaltenen Resultate bildeten den Ausgangspunkt zu weiteren Untersuchungen, in denen der CCC-Effekt an intakten Pflanzen studiert wurde. Im Sinne unserer Arbeitshypothese muss diejenige CCC-Konzentration, welche in den Kurz-Versuchen die Ionenaufnahme intensiv hemmt, wohl auch unter anderen Bedingungen toxisch für die Pflanzen sein. Um dies zu beweisen, haben wir in weiteren Untersuchungen die im Wachstum (sowohl der Wurzeln als auch der Triebe) und im Trockensubstanzgewicht eintretenden Veränderungen verfolgt.

2. Untersuchungen des Wachstums und des Trockengewichtes: Die Wirkung des den Nährlösungen untermengten CCC auf das Wachstum der Triebe und Wurzeln ist in Abbildung 3 dargestellt. Wie ersichtlich, wird im Verhältnis zu den Kontrollen das Längenwachstum der Triebe durch alle CCC-Konzentrationen (0,005, 0,05 und 0,5%) gehemmt, während im Trockensubstanzgewicht ein signifikanter Unterschied bei keiner der Behandlungen nachzuweisen ist (Tabelle 1).

Dies ist nicht überraschend, wir haben doch schon bei der Erörterung der Literaturangaben erwähnt, dass die durch CCC ausgelöste Triebverkürzung mit einer Verdickung der Nodus und der Internodien einhergeht. Somit darf und kann auch in der Gestaltung der Gewichtsverhältnisse mit einer nennenswerten Veränderung nicht gerechnet werden.

Pflanzen- teil	Kontroll	0,005 ‰ CCC	0,05 ‰ CCC	0,5 ‰ CCC	SzD 5 ‰
Spross (mg)	0,5214	0,5195	0,5314	0,5043	0,37
Wurzel (mg)	0,3982	0,4062	0,3943	0,3526	0,17

Tabelle 1. Die Wirkung des CCC auf die Veränderung des Trockengewichtes 10 Tage alter Reispflanzen.

Aus der an Abbildung 3 sichtbaren Aufnahme und aus den Daten in Tabelle 1 ist ferner festzustellen, dass 0,5‰-ige CCC-Konzentration den Wurzelwuchs und die Gestaltung des Trockengewichtes derart ungünstig beeinflusst, dass sie bereits als toxische Dosis gelten kann. Gleichzeitig verursachten die niedrigeren Konzentrationen unter den von uns benutzten Umständen — in voller Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Ionenaufnahme—Untersuchungen — weder im Wachstum, noch in der Erhöhung des Trockengewichtes wesentliche Abweichungen. Zu einem späteren Zeitpunkt der CCC-Behandlung dürfte aber mit einer gewissen Abweichung der hier mitgeteilten Daten zu rechnen sein.



Abb. 3. Die Wirkung des CCC auf das Wachstum 10 Tage alter Reispflanzen. Von links nach rechts: Kontroll, 0,005‰, 0,05‰, 0,5‰ CCC.

Da die Gestaltung des Wurzelwachstums bei der praktischen CCC-Anwendung unseres Erachtens bisher etwas vernachlässigt worden ist, messen wir diesen Ergebnissen besondere Bedeutung bei. Vom Gesichtspunkt der Pflanzenernährung ist es nämlich nicht indifferent, wie sich auf den Einfluss der CCC-Behandlung die Verhältnisse an der nutritiven Oberfläche gestalten.

Ohne aus unseren Befunden weitgehende Schlüsse für die Praxis ableiten zu wollen, möchten wir nur darauf hinweisen, dass die Anwendung physiologischer Methoden mitunter eine bedeutende Hilfe bei der Beurteilung der Verwendbarkeit von Regulatoren oder anderen chemischen Wirkstoffen bedeuten kann. Wir haben zu unseren Untersuchungen absichtlich eine Pflanze gewählt, bei der im Laufe der CCC-Behandlung negative Ergebnisse erzielt worden sind (JUNG und EL-FOULY, 1966).

Unseres Erachtens besteht aber kein Widerspruch zwischen den Angaben in der Literatur und den von uns erhaltenen Resultaten, es kann höchstens davon die Rede sein, dass jene CCC-Konzentration, die z. B. beim Weizen positive Ergebnisse zeitigt, sich im Falle der Reispflanzen noch als unwirksam erweist. Steigerung der Dosis hat — wie wir sahen — auch bei den Reispflanzen eine gut wahrnehmbare Verminderung des Triebwachstums zur Folge. Wieweit die CCC-Konzentration gesteigert werden kann — ohne toxische Wirkungen auszulösen —, dürfte sich grossenteils aus der Gestaltung der Ionenaufnahme, bzw. des Wurzelwachstums beantworten lassen. Möglicherweise können aber auch andere Methoden der CCC-Einfuhr (z. B. Berieselung) die Situation weitgehend verändern, d. h. die hier mitgeteilten Feststellungen können lediglich für die unsererseits angewandten Versuchsbedingungen gelten.

Zusammenfassung

Bei jungen Reispflanzen kann der Nährlösung zugesetzte CCC-Lösung in 0,50/oiger Konzentration schon als toxisch betrachtet werden, da sie nicht nur das Wachstum der Triebe, sondern auch das der Wurzeln stark beeinträchtigt. Es konnte zwischen den kurzfristigen Rubidiumaufnahme-Versuchen an exzisierten Wurzeln einerseits und den bei intakten Pflanzen beobachteten Veränderungen des Wachstums und des Trockensubstanzgewichtes andererseits ein entschiedener Zusammenhang festgestellt werden. Wir halten es daher für möglich, auf diese Weise Aufschluss bezüglich der physiologischen (ernährungsphysiologischen) Wirkung des CCC erhalten zu können. Die Aufnahme der Phosphationen wurde unter ähnlichen Bedingungen vom CCC nicht beeinflusst.

Literatur

- ADLER, H. (1965): A CCC hatása a búza termésére a N-trágyázás összefüggéseiben. — Növénytermelés. 14, 223—232. (The yield of wheat as affected by CCC in connection with N fertilizer application).
- BARBIER, S., MAYR, H. (1966): Untersuchungen zur Wechselwirkung zwischen Stickstoff und Chlorcholinchlorid (CCC) bei Winterweizen in Gefässversuch. — Plant and Soil. 24, 167—177.
- BARBIER, S., MAYR, H. (1966): Die Wirkung von Chlorcholinchlorid (CCC) zu Winterweizen in Gefässversuch in Abhängigkeit von der Bodenfeuchtigkeit und Bodenart. — Bodenkultur. 17, 39—51.
- JUNG, J., EL-FOULY, M. (1966): Über den Abbau von Chlorcholinchlorid (CCC) in der Pflanze. — Z. Pflanzenernähr., Düng. Bodenkunde. 114, 128—134.
- LELLEY, J. (1966): Adatok a CCC fajtaspecifikus hatásáról néhány őszibúza fajtánál. — Növénytermelés. 15, 253—264. (Contributions to the variety specific effect of CCC in some winter wheat varieties).

- LINSER, H., MAYR, H. (1961): Über die Wirkung von Chlorcholinchlorid auf Sommerweizen. — *Bodenkultur*. 12, 279—280.
- MAYR, H. (1964): Erhöhung der Standfestigkeit durch einen Wachstumsregulator. — *Univ.-sum.* 19, 517—519.
- MAYR, H., BAYZER, H. (1965): Untersuchungen über die Einlagerung von Gerüstsubstanzen in Weizenhalmen nach der Anwendung von Chlorcholinchlorid (CCC). — *Z. für Acker- und Pflanzenbau*. 121, 295—299.
- PRIMOST, E., RITTMAYER, G., MAYR, H. (1964): Untersuchungen über die Erhöhung der Standfestigkeit von Getreide. II. Veränderungen im Aufbau des Weizenhalmes durch CCC Behandlung. — *Bodenkultur*. 15, 14—31.
- TOLBERT, N. (1960): (2-chlorethyl)-trimethyl-ammoniumchloride and related compounds as plant growth substances. I. Chemical structure and bioassay. — *J. of Chemistry*. 235, 475—497.
- TOLBERT, N. (1960): (2-chlorethyl)-trimethyl-ammoniumchloride and related compounds as plant growth substances. II. Effect on growth of wheat. — *Plant Physiol.* 35, 380—385.
- ZSOLDOS, F. (1966): Temperatureffekte auf die N-Assimilation junger Reispflanzen. — *Acta Biol. Szeged*. 12, 81—86.